

ANNEXE

Enquête entomologique

Détermination du délai post-mortem (IPM)

- Réquisition :** M. N., JI de l'Est vaudois (PE00.0155501-HNI)
- Affaire :** P. T., 02.12.76, victime probable de meurtre,
M. A., 25.12.77, suicide
- Dates :** Découverte de deux cadavres le Ve 26.05.2000 vers 1900
Disparition du couple le Ma 25.04.2000 vers 1100
Rapport daté du 16.10.2000
- Lieu :** Corsier “ Manoir de Ban ”
Dans la forêt, sur la deuxième terrasse
Coordonnées 554'950/147'150,
Altitude 475 m

Présentation de la méthode entomologique.

L'entomologie médico-légale ou forensique consiste en l'étude des liens entre la présence d'insectes et l'état de décomposition d'un cadavre humain. Cette démarche forensique trouve des applications importantes en matière d'enquête judiciaire, l'aspect essentiel étant la détermination du temps écoulé depuis le décès ou intervalle post-mortem (IPM).

Dès que la rigidité cadavérique d'un corps humain disparaît, les constatations thanatologiques¹ et l'état de l'altération du cadavre ne permettent plus de fixer avec certitude l'intervalle post-mortem: la variabilité de la décomposition est la règle.

Les facteurs déterminants sont :

A/ le site de découverte

B/ l'accessibilité des insectes aux substrats qui influencent favorablement la marche et la vitesse de la décomposition. Comme ces insectes réagissent directement et même spécifiquement aux conditions climatiques, surtout aux températures ambiantes, ils deviennent des indicateurs potentiels dans l'estimation de l'intervalle post-mortem.

C/ les températures

Les insectes que l'on trouve dans l'environnement des cadavres forment une catégorie spéciale. Ils ont des organes chimio-récepteurs extrêmement développés et sont aptes à détecter des dépouilles à des centaines de mètres de distance.

L'entomologie forensique est fondée sur l'ordre d'arrivée sur le substrat nourricier (cadavre) des différentes espèces d'insectes, et sur les différences de développement des espèces.

¹ thanatologique = étude des méthodes d'examen du cadavre et des transformations qu'il subit

A/ Corsier, “Manoir de Ban”, description du site de découverte

Devant le "Manoir de Ban", en direction du sud-est, se trouvent un terrain ouvert parsemé de bouquets d'arbres puis une forêt en terrasses jusqu'au lit de La Veveyse. Annexe 1

Sur la deuxième terrasse, nous découvrons sur le sol légèrement en pente, une tête humaine dont la peau est momifiée. Devant cette tête et en direction du mur jouxtant la troisième terrasse, le sol est "brûlé" par les liquides sanieux. Nous récoltons essentiellement des Coléoptères et quelques Diptères. A la base de ce mur, dans la végétation (jeunes hêtres), nous trouvons le reste du cadavre, habillé et très altéré par la putréfaction et le travail des insectes nécrophages.

A quelques mètres de ce site, en direction du lac Léman, nous trouvons un corps pendu à la branche d'un arbre. Les pieds pendent dans le vide, le long du mur séparant la deuxième terrasse de la troisième. Le cadavre, très putréfié, est habillé. Dans les cheveux et sur les habits, on observe beaucoup d'exuvies et quelques œufs de Diptères. Nous capturons plusieurs Coléoptères et quelques Diptères.

B/ Découvertes entomologiques

Sur les lieux

Vendredi 26.05.2000, pendant la levée de corps, j'ai capturé quelques mouches nécrophages et des Coléoptères sur les deux cadavres. La température ambiante était de 19°C environ.

Samedi 27.05.2000, dès 1330, une recherche systématique de matériel entomologique sur le site de la découverte des cadavres a été entreprise. J'ai trouvé quelques pupes pleines, quelques prépupes, des larves et des Coléoptères. Ce matériel a été récolté, mis en élevage et en collection.

A l'institut universitaire de médecine légale à Lausanne (IUML)

Samedi matin, j'ai examiné les cadavres à l'IUML. J'ai trouvé, tant sur la femme que sur l'homme, des pupes pleines et des larves, ainsi que des Coléoptères. Ce matériel a été récolté, mis en élevage et en collection.

Inventaire et identification du matériel entomologique prélevé :

Des pupes de Diptères:

Calliphora vomitoria, (Linnaeus, 1758)

Calliphora vicina, Robineau-Desvoidy, 1830

Protophormia terranova, (Robineau-Desvoidy, 1830)

Lucilia caesar, (Linnaeus, 1758)

Hydrotaea leucostoma, (Wiedemann, 1817)

ces pupes ont été mises en élevage.

Des Coléoptères et leurs larves:

Staphylin sp

Necrophorus vespilloides, Herbst

Necrophorus humator, Olivier, ainsi que des larves

Hister sp, ainsi que des larves

Necrobia violacea, (Linnaeus)

Necrobia rufipes, (De Geer)

Dermestes undulatus, (B)

Omosita discodae, Fabricius

Des Hyménoptères: (parasites de larves de Diptères)

Spalangia sp (Pteromalidae)

ces insectes ont été mis en collection.

Pour connaître la biologie des insectes identifiés, voir **annexe 2**.

C/ Conditions météorologiques

“ Le Manoir de Ban ” est situé sur l'arc lémanique à 475 mètres d'altitude. La région, orientée vers le sud, bénéficie d'un climat plutôt chaud par la présence du lac Léman.

La littérature spécialisée en entomologie forensique conseille de travailler avec la station météorologique la plus proche du lieu de découverte des cadavres, pour

obtenir la température moyenne du site. En Suisse Romande, vu la topographie et les nombreux microclimats qui en résultent, j'ai choisi de prendre les indications de 2 stations météorologiques couvrant la région concernée. Il s'agit de

Pully, 461 mètres, station automatique orientée vers le sud

Aigle, 381 mètres, station automatique de plaine à fond plat, située à moins de 30 mètres au-dessus du fond de ladite plaine

J'ai demandé à l'Institut suisse de météorologie de me fournir les tableaux mensuels de ces 2 stations, pour les mois d'avril, mai et juin 2000.

Dans les stations automatiques, les températures sont relevées 4 fois par jour, à 0100, 0700, 1300 et 1900. Chaque station donne entre autres une température moyenne journalière. C'est ce critère que nous allons utiliser pour établir avec le plus d'exactitude possible la température moyenne de l'endroit de découverte.

Pour obtenir un relevé météorologique du site, nous avons posé dès le 27.05.2000, lendemain de la levée des corps, un thermographe à bande continue. Cet appareil est resté sur le site 26 jours et a permis de calculer une moyenne des températures/jour.

Il faut également tenir compte du climat de la région du site. Dans ce dessein, nous utilisons les niveaux thermiques. Nous avons déterminé que le "Manoir de Ban" se trouvait au niveau 16, c'est-à-dire "**Très chaud**" à l'étage de la vigne. **Annexe 3**

Méthode de calcul

Dans une première phase, il s'agit de traiter les températures moyennes des stations à disposition, pour avril, mai et juin 2000. Pour réduire la fourchette des écarts de températures, j'ai calculé la température moyenne des deux stations en additionnant les températures moyennes, puis en divisant celles-ci par deux.

Puis, il faut calculer les températures moyennes du site, sur la base du relevé des températures à l'aide du thermographe.

En comparant la température moyenne des stations et la température moyenne sur le site, on peut calculer la différence moyenne/jour entre les stations et le site. Pour la forêt du "Manoir de Ban", la différence des températures moyennes est de moins 2.5 °C par rapport aux températures moyennes des stations.

Puis, il faut projeter les températures moyennes du site durant la période qui nous intéresse en déduisant 2.5 °C des températures moyennes des stations. (Voir feuilles de calculs et feuilles mensuelles). **Annexe 4**

Estimation du délai post-mortem

Etat de la faune cadavérique présente

L'identification des insectes prélevés sur les corps et sur les lieux a mis en évidence la présence de Diptères nécrophages suivants:

Calliphora vomitoria, (Linnaeus, 1758)

Calliphora vicina, Robineau-Desvoidy, 1830

Protophormia terranova, (Robineau-Desvoidy, 1830)

Lucilia caesar, (Linnaeus, 1758)

Hydrotea leucostoma, (Wiedemann, 1817)

L'estimation des périodes de ponte pour les espèces de la première escouade, *Calliphora vomitoria*, *Calliphora vicina*, *Protophormia terranova*, *Lucilia caesar*, peut être calculée de la façon suivante:

Pour qu'une mouche nécrophage puisse se développer, de l'œuf à l'insecte parfait, il lui faut une somme de températures, spécifique à l'espèce. Cette somme est calculée en additionnant les moyennes des températures/jour, moins l'indice (également spécifique à l'espèce). Lorsque la somme est atteinte, elle correspond au jour de ponte de l'espèce. **Annexe 5**

Pour l'espèce *Calliphora vomitoria*

Pour cette espèce, un cumul de 472°C est nécessaire pour obtenir à partir de la ponte un adulte, en retenant un seuil minimal de 3°C, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le **7 juin 2000**, la valeur de 476°C se trouve atteinte le:

25 avril 2000

intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Calliphora vomitoria*.

Pour l'espèce *Calliphora vicina*

Pour cette espèce, un cumul de 388°C est nécessaire pour obtenir à partir de la ponte un adulte, en retenant un seuil minimal de 2°C, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le **31 mai 2000**, la valeur de 394.7°C se trouve atteinte le:

27 avril 2000

intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Calliphora vicina*.

Pour l'espèce *Protophormia terranova*

Pour cette espèce, un cumul de 251°C est nécessaire pour obtenir à partir de la ponte un adulte, en retenant un seuil minimal de 7.8°C, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le **6 juin 2000**, la valeur de 257.6°C se trouve atteinte le:

25 avril 2000

intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Protophormia terranova*.

Pour l'espèce *Lucilia caesar*

Pour cette espèce, un cumul de 207°C est nécessaire pour obtenir à partir de la ponte un adulte, en retenant un seuil minimal de 9°C, en dessous duquel le développement de l'insecte s'arrête. L'émergence des adultes étant intervenue le **6 juin 2000**, la valeur de 204.15°C se trouve atteinte le:

25 avril 2000

intervalle qui correspond à la période de ponte la plus tardive pour l'espèce *Lucilia caesar*.

Discussion

La faune entomologique nécrophage prélevée révèle la ponte de quatre espèces de la 1ère escouade:

<i>Calliphora vomitoria</i> dès le	25 avril 2000
<i>Calliphora vicina</i> , dès le	27 avril 2000
<i>Protophormia terranovae</i> dès le	25 avril 2000
<i>Lucilia caesar</i> dès le	25 avril 2000

Les mouches nécrophages pondent leurs œufs d'abord dans les orifices naturels (yeux, nez, bouche, oreilles, parties génitales), en règle générale quelques heures après la mort de la personne ou de l'animal. Nous avons déjà constaté des œufs de Diptères nécrophages sur un corps humain décédé une heure avant sa découverte (com pers). Les mouches ne pondent généralement pas avant huit heures du matin, car elles ont besoin d'accumuler de la chaleur pour être actives, mais j'en ai vu pondre jusqu'à 2200 les soirs doux du printemps ou de l'été.

Nos calculs démontrent que 3 espèces de mouches nécrophages ont pondu le même jour, soit **le 25 avril 2000**.

Dans ce cas, *Calliphora vicina* a pondu 2 jours après les 3 autres espèces. Cela s'explique par le fait que cette mouche, bien qu'ubiquiste, est moins abondante en forêt que les autres espèces.

D'une façon générale, les conditions climatiques ont été suffisantes à une activité entomologique.

Conclusion

Vendredi 26 mai 2000, les cadavres de **P.T.**, 02.12.76, victime probable de meurtre, et de son mari, **M. A.**, 25.12.77, suicide, sont découverts dans la forêt du "Manoir de Ban", sur la commune de Corsier.

Des prélèvements entomologiques sont effectués sur les lieux les 26.05.2000 et 27.05.2000, ainsi qu'à l'IUML le 27.05.2000. Le matériel recueilli correspond à une faune nécrophage cohérente pour le lieu de la découverte, l'état de putréfaction des cadavres et les conditions climatiques.

L'identification et l'étude biologique des espèces ont permis de cerner l'arrivée des insectes de la première escouade dès le 25 avril 2000. L'enquête a démontré que le couple **M.-P.** a été vu pour la dernière fois à Vevey le 25 avril vers 1100 quittant l'école club Migros.

Les mouches nécrophages arrivant dès les premières heures qui suivent la mort et en tenant compte de la marge d'erreur citée par Marchenko, les décès de ces personnes peuvent dater du 25 ou 26 avril 2000, mais très probablement du

mardi 25 avril 2000

Claude Wyss, insp

Annexes : Annexe 1- Description du site de découverte
Annexe 2- Biologie des insectes identifiés
Annexe 3- Niveaux thermiques
Annexe 4- Feuilles de calculs et relevés météo mensuels
Annexe 5- Référence sur les méthodes de calculs

Annexe1

Milieus naturels de Suisse

« Le Manoir de Ban » à Corsier correspond à une :

Hêtraie mésophile de basse altitude ou Galio-Fagenion, (code 6.2.3)

Cette unité constitue le noyau central des hêtraies de basse altitude, celle où règnent les conditions les plus tamponnées (ni trop sec, ni trop humide; ni trop calcaire, ni trop acide).

Il s'agit en général d'une futaie où le hêtre est accompagné d'essences variées: chêne, charme, érable, frêne, merisier, résineux. Ces compagnes sont nettement minoritaires dans des conditions naturelles, mais peuvent augmenter dans les stations influencées par l'homme.

Le sous-bois est formé d'arbustes disséminés et d'une strate herbacée très variable: dense dans les associations basophiles (notamment dans les faciès humides à *Allium ursinum*), mais beaucoup plus lâche dans les associations acidophiles.

Cette formation ne s'élève guère au-dessus de 800 mètres. Le sol est un sol brun plus ou moins évolué.

Cette forêt à bonne productivité est souvent enrésinée. Elle est en général traitée en futaie, parfois en taillis sous futaie. Le hêtre y atteint exceptionnellement 40 m de hauteur.

L'unité est difficile à caractériser, grâce à sa position intermédiaire entre les autres types de hêtraies : de nombreuses plantes y ont leur optimum, mais aucune ne lui est strictement liée.

Homogène d'un point de vue climatique (étage submontagnard) le *Galio-Fagenion* couvre une gamme assez étendue de substrats. Il se distingue des autres forêts par la combinaison de caractères suivants :

- 1) dominance du hêtre
- 2) absence des montagnardes
- 3) absence de xérophiles

- 4) rareté des acidophiles strictes
- 5) présence de mésophiles (en cas d'accumulation de litières, celles-ci peuvent manquer ; il faut alors procéder à l'examen du sol pour exclure *le Luzulo-Fagenion*).

Selon Delarze R., Gonseth Y. et Galland P., Guide des Milieux Naturels de Suisse, Delachaux Niestlé, 1998

Annexe 2

Biologie des insectes identifiés :

Calliphora vomitoria (Linnaeus, 1758)

Ces Diptères sont très répandus en région holarctique¹ avec une distribution largement rurale, forestière et montagnarde.

Les adultes ont une activité diurne, un vol bruyant et rapide. Ils sont omnivores, carnivores ou parasites des matières organiques en décomposition. Les *Calliphora vomitoria* interviennent immédiatement après la mort sur un cadavre frais. Leur activité (vol, reproduction) est restreinte à une température inférieure à 9.9°C (com. pers) et optimale entre 15°C et 20°C. Une femelle est mature après 4 à 5 jours et peut pondre de 200 à 250 œufs, déposés le plus souvent en paquets de 10 à 25 unités sur un substrat nourricier humide et à l'ombre.

Ces insectes appartiennent à la première escouade.

MARCHENKO nous donne les valeurs suivantes pour le développement de *Calliphora vomitoria*, par rapport à la température moyenne ambiante :

<u>Températures</u>	<u>Nombre de jours en moyenne</u>
11°C	59.0
12°C	52.4
13°C	47.2
14 C	42.9
15 C	39.3
16 C	36.3
17 C	33.7
18°C	31.5
19 C	29.5
20 C	27.8
21 C	26.2
22 C	24.8

¹ holarctique = hémisphère Nord

***Calliphora vicina*, Robineau-Desvoidy, 1830**

Cette espèce est commune et largement répandue dans les régions holarctique, afro-tropicale, orientale et australienne. Les adultes ont une activité diurne, un vol bruyant et rapide. Ils sont omnivores, carnivores ou parasites des matières organiques en décomposition. Les *Calliphora* sont héliophobes² et interviennent immédiatement après la mort sur un cadavre frais. Leur activité est restreinte à une température inférieure à 10°C (com pers) et optimale entre 15°C et 20°C. Une femelle mature après 4 à 5 jours, peut pondre jusqu'à 250 œufs, déposés le plus souvent en paquets de 10 à 25 unités sur un substrat nourricier humide et à l'ombre.

Ces insectes appartiennent à la première escouade.

MARCHENKO nous donne les valeurs suivantes, par rapport à la température moyenne ambiante, du développement de *Calliphora vicina*.

<u>Température</u>	<u>Nombre de jours</u>
11°C	43.1
12°C	38.8
13°C	35.3
14°C	32.3
15°C	29.8
16°C	27.7
17°C	25.9
18°C	24.3
19°C	22.9
20°C	21.6
21°C	20.4
22°C	19.4

***Lucilia caesar*, (Linnaeus, 1758)**

Les *Lucilia* ou "mouches vertes" sont des Diptères "*Cyclorrhapha*³" qui portent un tégument assez mince, coloré en vert brillant, à reflets jaunes, pourpres, bleus ou cuivrés. Ce sont des insectes hygrophiles⁴ et floricoles, saprophages⁵,

² héliophobe = qui fuit la lumière solaire

³ *Cyclorrhapha* = section de Diptères chez lesquels l'imago sort de l'étui pupal durci en poussant un couvercle ou opercule circulaire.

⁴ hygrophile = se dit d'un organisme qui se développe mieux à l'humidité

⁵ saprophage = qui se nourrit de matières organiques en décomposition

exceptionnellement coprophages⁶. Ils sont attirés par les cadavres, les blessures ouvertes, les peaux de moutons sales, le sang et, à un moindre degré, par les excréments, dans lesquels les larves peuvent également finir leur développement.

Les femelles sont ovipares, accidentellement vivipares dans les régions tempérées.

En Europe occidentale, ces Diptères cherchent les endroits frais, humides ou marécageux. Au soleil, leur vol est rapide et s'accompagne d'un bourdonnement caractéristique.

L'imago est mature 5 à 9 jours après son émergence.

Comme les autres mouches Calliphoridae, elles sont friandes de liquides de fermentation ou sucrés et sont fréquemment trouvées sur les plantes à fleur. Les femelles ont besoin d'une nourriture contenant des protéines pour la maturation des œufs.

Ces insectes font partie de la première escouade. En été, ils sont très souvent les premiers à coloniser un cadavre frais.

MARCHENKO nous donne les valeurs suivantes pour le développement de *Lucilia caesar*, par rapport à la température moyenne ambiante:

<u>Température</u>	<u>Nombre de jours</u>
11°C	103.5
12°C	69.0
13°C	51.8
14°C	41.4
15°C	34.5
16°C	29.6
17 C	25.9
18°C	23.0
19°C	20.7
20°C	18.8
21 C	17.3
22°C	15.9

⁶ coprophage = qui se nourrit d'excréments

***Protophormia terranova*, (Robineau-Desvoidy, 1830)**

Ce Diptère a une distribution holarctique. C'est une espèce héliophile⁷ dont l'activité journalière, diurne, montre une courbe à un seul sommet (d'autres espèces ont une baisse d'activité lors de fortes chaleurs), avec un vol réduit au minimum quant la température descend en dessous de 12°C pour un taux de 70 % d'hygrométrie. Sa présence est maximale, bien que localisée, du printemps à l'été.

La femelle pond sur les chairs en cours de décomposition, substrat nécessaire pour le développement larvaire.

Ces insectes font partie de la 1^{ère} escouade.

MARCHENKO nous donne les valeurs suivantes pour le développement de *Protophormia terranova*, par rapport à la température moyenne ambiante:

<u>Température</u>	<u>Nombre de jours</u>
11°C	78.4
12°C	59.8
13°C	48.3
14°C	40.5
15°C	34.9
16°C	30.6
17°C	27.3
18°C	24.6
19°C	22.4
20°C	20.6
21°C	19.0
22°C	17.7

***Hydrotaea ignava*, (Wiedemann, 1817)**

Ce sont des mouches de la famille des Muscidae qui colonisent régulièrement les cadavres. Nous ne savons presque rien sur cette espèce. Avec les expériences Pig97, Pig99 et Pig99bis, on travaille à leur biologie. La larve est probablement prédatrice d'autres larves dès son premier stade. On observe qu'*Hydrotaea ignava* ne pond pas sur les substrats, mais bien dans les lits de larves.

⁷ héliophile = qui cherche la lumière du soleil

Necrophorus vespilloides

Il s'agit d'un coléoptère de la famille des Silphidae, insecte fossoyeur et carnivore. Sa présence sur le site est claire, il se nourrit de larves de Diptères.

Necrophorus humator

Il s'agit d'un coléoptère de la famille des Silphidae, insecte fossoyeur et carnivore. Comme le précédent, il se nourrit de larves de Diptères.

Staphylin sp

De la famille des Staphylinidae, groupe représenté par plus de 2000 espèces en Europe, ce Coléoptère profite de la présence du cadavre pour dévorer les larves de Diptères.

Hister sp

Ces insectes noirs et généralement sphériques de la famille des Histeridae sont remarqués sur les cadavres à partir du 4^{ème} ou 5^{ème} jour. Ils raffolent des œufs et des petites larves de Diptères.

Necrobia violacea; Necrobia rufipes

Ces petits Coléoptères, de couleur bleue, devraient apparaître dès le 4^{ème} mois selon la littérature. Je les ai observés lors des expérimentations "Pig97, Pig99 et Pig99bis" dès le 14^{ème} jour et sur des cadavres humains dès le 18^{ème} jour. Ils sont là pour se perpétuer et se nourrir d'œufs et de larves de mouches.

Dermestes undulatus

Lorsque les humeurs du cadavre se transforment en adipocire, les Dermestes apparaissent, en principe à partir du 3^{ème} mois. J'en ai observé à partir du 16^{ème} jours sur "Pig97" (expérience sur un porc de 25 kg environ).

Omosita discodae

Contrairement à ce qui est dit dans la littérature spécialisée, à savoir que ce petit Coléoptère intervient lorsque le cadavre a déjà quelque 6 mois de terrain, je l'ai observé à plusieurs reprises sur des corps humains et sur des porcs (expérimentations "Pig97 et Pig99") à partir de 18 jours.

Spalangia sp

Il s'agit d'un petit Hyménoptère qui parasite les larves de certains Diptères des familles de Calliphoridae, Sarcophagidae et Muscidae. Selon l'espèce, la femelle pond de un à quatre œufs par asticot. Les larves de Diptères continuent leur développement jusqu'au stade de pupes. A ce moment, les œufs des Hyménoptères éclosent et leurs larves se nourrissent de la substance contenue dans la pupa. Dans les élevages en laboratoire, quelques jours après les émergences de Diptères non parasités, on voit apparaître les Hyménoptères.

Annexe 3

Niveaux thermiques de la Suisse

Le fait qu'une région soit thermiquement favorisée ou non, peut se déterminer, puis être exprimé graphiquement de plus d'une manière. La voie habituelle consiste à mesurer des températures et de les traiter statistiquement pour en extraire par la suite des moyennes, les valeurs extrêmes, des sommes, etc. Le réseau des stations météorologiques est cependant si dispersé, que l'on ne peut éviter la mise en place d'une multitude de stations de mesures complémentaires, si l'on veut obtenir une précision spatiale meilleure que celles des cartes d'ensemble.

Une autre possibilité consiste à prendre les plantes comme bio indicateurs pour découvrir les conditions thermiques d'une région. Leur rythme phénologique, depuis le débourrement annuel jusqu'à la maturité des grains ou le repos hivernal, est en grande partie l'expression de l'action thermique propre à chaque emplacement.

Les 4 cartes donnent pour la Suisse entière une image des niveaux thermiques par une graduation de 19 échelons, déduits à partir des relevés phénologiques des années 1969-1973.

Abstraction faite d'influences locales accessoires, ces niveaux thermiques permettent d'interpréter les possibilités d'implantation des cultures mentionnées dans la légende. Pour permettre une comparaison entre les niveaux thermiques et les mesures météorologiques, on a fait correspondre à chaque échelon ses caractéristiques climatiques. (Niveaux thermiques de la Suisse, Département Fédéral de Justice et Police, Le délégué à l'aménagement du territoire, Berne, mars 1977).

La carte utilisée pour déterminer le niveau thermique du lieu dit "Manoir de Ban" est la carte des Niveaux thermiques du canton de Vaud à l'échelle 1 :100 000, du Dr K.-F. Schreiber.

1	Sans gradation	Niveau alpin	Indications climatiques
2	Très froid	Etage de végétation alpine	a) 55 à 80 jours b) 3.5-5.0°C c) ± 0-1.0°C
3	Froid		a) 80-100 jours b) 5.0-6.0°C c) 1.0-2.0°C
4	Assez froid		a) 100-120 jours b) 6.0-7.0°C c) 2.0-3.0°C
5	Très rude		a) 120-135 jours b) 7.0-8.0°C c) 3.0-4.0°C
6	Rude	Etage de végétation montagnarde	a) 135-150 jours b) 8.0-9.0°C c) 4.0-5.0°C
7	Assez rude		a) 150-165 jours b) 9.0-10.0°C c) 5.0-6.0°C
8	Très frais		a) 165-180 jours b) 10.0-11.0°C c) 6.0-7.0°C
9	Frais	Etage des cultures	a) 180-190 jours b) 11.0-12.0°C c) 7.0-7.5°C
10	Assez frais		a) 190-200 jours b) 12.0-13.0°C c) 7.5-8.0°C
11	Assez doux	Etage des vergers et des cultures	a) 200-205 jours b) 13.0-13.5°C c) 8.0-8.5°C
12	Doux		a) 205-210 jours b) 13.5-14.0°C c) 8.5-9.0°C
13	Très doux		a) 210-215 jours b) 14.0-14.5°C c) 9.0-9.5°C

14	Assez chaud		a) 215-225 jours b) 14.5-15.0°C c) 9.5-10.0°C
15	Chaud	Etage de la vigne	a) 225-235 jours b) 15.0-15.5°C c) 10.0-10.5°C
16	Très chaud		a) 235-245 jours b) 15.5-16.0°C c) 10.5-11.0°C
17	Assez torride		a) 245-255 jours b) 16.0-16.5°C c) 11.0-11.5°C
18	Torride	Etage du figuier et de la vigne	a) 255-265 jours b) 16.5-17.0°C c) 11.5-12.0°C
19	Très torride		a) > 265 jours b) > 17.0°C c) > 12.0°C

Indications climatiques a) Durée approximative de la période de végétation, 7.5°C au printemps/5.0°C en automne
b) Températures moyennes approximatives de la période d'avril à octobre
c) Température moyenne annuelle approximative

La carte montre des niveaux thermiques établis par l'observation et la graduation relative de l'état de développement phénologique d'un grand nombre de plantes témoins (40-60), le long d'un réseau de routes très denses. On a volontairement renoncé à faire figurer des données précises quant à l'apparition de phases phénologiques déterminées, car cela aurait d'une part nécessité des observations de plus de 10 ans, tandis que d'autre part, nombre de particularités climatiques à caractère local risqueraient de se perdre par le calcul de valeurs moyennes. Pour mieux caractériser les niveaux thermiques, la durée moyenne des périodes de végétation (Selon Gensler, 1946), ainsi que les températures moyennes de la période d'avril à octobre et de la moyenne annuelle (sur la base de la documentation de l'Institut suisse de météorologie à Zurich) ont été indiquées. La possibilité de pratiquer les différents genres de cultures mentionnées ne dépend pas uniquement des conditions thermiques, mais encore d'autres éléments de la station végétale. Mauvaise qualité du sol, manque ou excès d'humidité, risques de gelées de printemps ou exposition au vent, l'inclinaison des pentes ou d'autres caractéristiques d'une station peuvent fortement diminuer la valeur d'un terrain ou même y empêcher la pratique de certaines espèces ou mêmes genres de cultures, malgré que les conditions thermiques y seraient favorables.

Annexe 4

Feuilles de calculs :

Les données sont rassemblées sur une feuille du programme Excel.
Les calculs sont effectués à partir de ce programme.

Relevés météorologiques :

Pour obtenir les relevés mensuels des stations choisies, nous nous adressons à l'Institut suisse de météorologie. Ces renseignements sont facturés à raison de Frs 50.- environ la feuille mensuelle.

Enquête entomo no 83

Thermomètre posé sur site dès 27.05.2000

Altitude 475m								461m	381m							
Avril/Mai/	T° moyenne	Evenements	C. vomitoria -3	C.vicina -2	L. caesar -9	Protophormia -	Pontes	T° moyenne des	T° moyenne	T° moyenne	T°1	T°2	T°3	T°4	T°5	T°6
Juin	sur site(-2.5°)					7.8		deux stations	station Pully	station Aigle						
1	3.90		0.90	1.90	-5.10	-3.90		6.4	6.4	6.4						
2	5.90		2.90	3.90	-3.10	-1.90		8.4	7.6	9.2						
3	10.45		7.45	8.45	1.45	2.65		12.95	10.9	15						
4	8.35		5.35	6.35	-0.65	0.55		10.85	10.5	11.2						
5	5.90		2.90	3.90	-3.10	-1.90		8.4	8.5	8.3						
6	4.65		1.65	2.65	-4.35	-3.15		7.15	6.5	7.8						
7	4.15		1.15	2.15	-4.85	-3.65		6.65	6.4	6.9						
8	5.55		2.55	3.55	-3.45	-2.25		8.05	8.6	7.5						
9	6.35		3.35	4.35	-2.65	-1.45		8.85	9	8.7						
10	7.85		4.85	5.85	-1.15	0.05		10.35	10.6	10.1						
11	7.30		4.30	5.30	-1.70	-0.50		9.8	9.7	9.9						
12	4.80		1.80	2.80	-4.20	-3.00		7.3	7.2	7.4						
13	6.30		3.30	4.30	-2.70	-1.50		8.8	8.3	9.3						
14	10.50		7.50	8.50	1.50	2.70		13	12.8	13.2						
15	7.90		4.90	5.90	-1.10	0.10		10.4	10.7	10.1						
16	7.30		4.30	5.30	-1.70	-0.50		9.8	9.2	10.4						
17	6.25		3.25	4.25	-2.75	-1.55		8.75	8.6	8.9						
18	6.75		3.75	4.75	-2.25	-1.05		9.25	9.3	9.2						
19	7.40		4.40	5.40	-1.60	-0.40		9.9	9.7	10.1						
20	9.20		6.20	7.20	0.20	1.40		11.7	11.9	11.5						
21	13.35		10.35	11.35	4.35	5.55		15.85	15.9	15.8						
22	15.00		12.00	13.00	6.00	7.20		17.5	17.4	17.6						
23	11.00		8.00	9.00	2.00	3.20		13.5	13.9	13.1						
24	6.90		3.90	4.90	-2.10	-0.90		9.4	9.5	9.3						
25	9.05		6.05	7.05	0.05	1.25	Pontes C. vomitoria, P. terranovae et L. caesar	11.55	11.7	11.4						
26	12.30		9.30	10.30	3.30	4.50		14.8	15.4	14.2						
27	14.30		11.30	12.30	5.30	6.50	Ponte C. vicina	16.8	16.8	16.8						
28	11.55		8.55	9.55	2.55	3.75		14.05	13.7	14.4						
29	9.10		6.10	7.10	0.10	1.30		11.6	11.8	11.4						
30	12.00		9.00	10.00	3.00	4.20		14.5	14.9	14.1						
1	13.95		10.95	11.95	4.95	6.15		16.45	17.1	15.8						
2	14.15		11.15	12.15	5.15	6.35		16.65	17.3	16						
3	13.60		10.60	11.60	4.60	5.80		16.1	16.6	15.6						
4	13.90		10.90	11.90	4.90	6.10		16.4	16.8	16						
5	13.75		10.75	11.75	4.75	5.95		16.25	16.4	16.1						
6	12.25		9.25	10.25	3.25	4.45		14.75	14.9	14.6						
7	14.15		11.15	12.15	5.15	6.35		16.65	17.1	16.2						
8	14.75		11.75	12.75	5.75	6.95		17.25	18	16.5						
9	16.30		13.30	14.30	7.30	8.50		18.8	18.7	18.9						
10	17.00		14.00	15.00	8.00	9.20		19.5	19.2	19.8						
11	16.25		13.25	14.25	7.25	8.45		18.75	18.7	18.8						
12	14.15		11.15	12.15	5.15	6.35		16.65	17.6	15.7						
13	14.65		11.65	12.65	5.65	6.85		17.15	17.4	16.9						
14	15.65		12.65	13.65	6.65	7.85		18.15	18.4	17.9						

Annexe 5

Méthode de calcul et références personnelles

MARCHENKO (1990) a mis au point une méthode de calcul qui tient compte des températures moyennes. Le principe est le suivant: en dessous d'une certaine température (seuil inférieur de croissance), les larves ne se développent pas. Pour celles-ci, seules comptent les températures effectives, définies comme la différence entre la température moyenne (24 heures) et le seuil inférieur de développement. Pour effectuer la totalité de son cycle, chaque espèce nécessite une constante de chaleur (somme des températures effectives nécessaires pour un développement complet). L'auteur affirme que la marge d'erreur est de l'ordre de ± 24 heures, voire inférieure à un jour.

-Seuil inférieur de croissance : température limite au-dessous de laquelle un développement progressif de la larve est impossible

Températures effectives : valeurs de températures agissant directement sur le développement. En règle générale cette température est donnée pour un intervalle de 24 heures. En pratique, la température effective est la différence entre la valeur météo et le seuil inférieur de développement.

Constante de chaleur : Somme des températures effectives nécessaires pour un développement complet du spécimen (de l'œuf à l'adulte). Cette valeur n'est pas influencée par la localisation du cadavre

Marchenko donne les sommes de températures suivantes selon les espèces expérimentées les plus courantes:

Espèces	Indice	Sommes des T° entre œufs et imagos	Somme des T° entre œufs et pupes
<i>Calliphora vicina</i>	2.0	388.0	191.0
<i>Calliphora vomitoria</i>	3.0	472.0	213.0
<i>Protophormia terranovae</i>	7.8	251.0	191.0
<i>Lucilia sericata</i>	9.0	207.0	---
<i>Chrysomya albiceps</i>	10.2	186.0	123.0
<i>Phormia regina</i>	11.4	148.0	101.0

Depuis 1993, je pratique l'entomologie forensique et j'accumule des données dont je donne ici les cycles (par rapport aux températures moyennes) des principales espèces rencontrées :

Espèce	T° moyenne en °Celsius	NB Jours	Larves	Pupes	Somme des T° entre œufs et imagos
<i>Calliphora vicina</i>	15.50	34	22	12	392.25
	16.55	28	16	12	394.70
	17.02	25	15	10	390.20
	17.91	26	14	12	394.00
	17.96	25	13	12	384.50
	18.41	23			378.00
	18.41	30			387.00
	18.44	24	13	11	388.00
	18.66	24	10	14	388.50
	18.66	24	9	15	385.50
	18.84	24			390.00
	19.36	25	11	14	400.00
	19.43	23	12	11	389.00
	19.70	23	12	11	408.00
	19.76	21			391.20
	19.81	23	12	11	210.50
	20.25	22			385.50
	20.56	22	10	12	388.50
	20.67	21			392.17
	20.70	21	8	13	388.00
	20.77	22	11	11	392.00
	20.86	20			380.00
	21.00	20	8	12	397.70
	21.50	21	8	13	390.00
	21.50	20	10	10	381.00
	21.70	22			381.00
	22.00	19			392.75
22.28	20	8	12	389.30	

Espèce	T° moyenne en °Celsius	Nb de jours	Larves	Pupes	Somme des T° entre œufs et imagos
<i>Calliphora vomitoria</i>	15.50	39	27	12	478.25
	15.95	37	26	11	468.70
	17.02	34	23	11	475.80
	18.83	40	19	21	601.00
	19.24	26	13	13	422.40
	19.57	29			482.25
	20.25	29			481.50
	20.67	28			485.75
	22.75	25	14	11	470.25

Espèce	T° moyenne en °Celsius	Nb jours	Larves	Pupes	Somme des T° entre œufs et imagos
<i>Lucilia sericata</i>	19.36	21	12	9	204.00
	19.76	18			202.20
	20.20	19			210.10
	20.50	21			210.50
	20.86	17			208.00
	21.70	15			207.50
	21.70	16	7	9	207.50
	22.00	17			214.75
	22.28	17	9	8	210.75
<i>Lucilia caesar</i>	15.50	37	25	12	204.50
	17.51	26	16	10	209.37
	19.00	21	11	10	211.70
	19.57	22	9	14	215.75
	21.00	21	11	10	253.50
<i>Lucilia illustris</i>	18.55	23	10	13	219.60
	19.30	25	11	14	257.20
	19.50	24	16	8	252.30
	20.67	19			215.75
	20.90	19	11	8	226.80

Espèce	T° moyenne en °Celsius	Nb jours	Larves	Pupes	Somme des T° entre œufs et imagos
<i>Chrysomya albiceps</i>	17.51	26	16	10	189.37
	19.4	22			197.50
	22.00	17			187.80
	22.28	16	8	8	191.60

Espèce	T° moyenne en °Celsius	Nb jours	Larves	Pupes	Somme des T° entre œufs et imagos
<i>Protophormia terranovae</i>	11.90			42	257.60
	20.25			21	256.00
	20.50			20	244.30
	20.67	11	9	20	255.67